Atti del Convegno

APPLICAZIONI LASER NEL RESTAURO

Musei Vaticani 18-20 settembre 2014

NARDINI EDITORE

MUSEI VATICANI

APPLICAZIONI LASER NEL RESTAURO

Città del Vaticano, Musei Vaticani 18-20 settembre 2014

Atti del 5° Convegno

a cura di Anna Brunetto

NARDINI EDITORE

MUSEI VATICANI

Comitato Scientifico
Lorenzo Appolonia, *Soprintendenza Beni Culturali Aosta, Pres. IGIIC*
Giorgio Bonsanti, *già Univervità degli Studi di Firenze*
Anna Brunetto, *Restauri Brunetto, Vicenza*
Giancarlo Lanterna, *Opificio delle Pietre Dure, Firenze*
Barbara Mazzei, *Musei e Archivi PCAS, Città del Vaticano*
Antonio Paolucci, *Musei Vaticani, Città del Vaticano*
Paolo Salonia, *ITABC - CNR, Roma*
Antonio Sansonetli, *ICVBC - CNR, Milano*
Ulderico Santamaria, *Musei Vaticani, Università degli Studi della Tuscia*
Salvatore Siano, *IFAC - CNR, Firenze*
Fabrizio Vona, *Sopr. Speciale per il Psae e per il Polo Museale di Napoli*

Comitato tecnico
Anna Brunetto, *Restauri Brunetto, Vicenza*
Michela Gottardo, *Musei Vaticani,Città del Vaticano*
Barbara Mazzei, *Musei e Archivi PCAS, Città del Vaticano*
Ulderico Santamaria, *Musei Vaticani, Università degli Studi della Tuscia*

Organizzazione
Ufficio Eventi - Musei Vaticani
eventi.musei@scv.va

Atti del 5° Convegno APLAR
a cura di Anna Brunetto

ISBN: 978-88-404-0078-5

Stampa: agosto 2017

Elaborazione Grafica
Tipografia Unione, Vicenza

In copertina
Giorgio De Marchi, Circe, 2012 Vicenza,
particolare maschera in cuoio decorato
Foto di Gianni De Polo

Promosso da

MUSEI VATICANI

In collaborazione con

Con il patrocinio di

Con il contributo di

Indice

3D MODEL AND DIGITAL RESTORATION OF A MEDIEVAL GRAVESTONE

Dante Abate[1], Stefania Bruni[1], Vitina Greco[2], Giuseppe Maino[3]

[1] Researcher, ENEA Italian National agency for new technologies, energy and sustainable economic development 4, via Martiri di Montesole, 40128 Bologna, Italy, dante.abate@enea.it - stefania.bruni@enea.it

[2] Guest researcher, School of Arts, Humanities, and Cultural Heritage, University of Bologna, Ravenna campus 5, via Mariani, 48100 Ravenna, Italy

[3] Professor, School of Arts, Humanities, and Cultural Heritage, University of Bologna, Ravenna campus 5, via Mariani, 48100 Ravenna, Italy, giuseppe.maino@unibo.it e Research director, ENEA Italian National agency for new technologies, energy and sustainable economic development, 4, via Martiri di Montesole, 40128 Bologna, Italy, giuseppe.maino@enea.it

Abstract

The digital or virtual restoration does not act on the art work, but simulates a visual and aesthetic improvement of this one, so enhancing it. It also gives the possibility to choose a series of solutions, before technical operations. Moreover, it is useful to better understand a work of art (both mobile and immobile) or document archives, that for serious reasons of physical degradation cannot be easily restored in the traditional way. In this work we present results of 2D and 3D virtual restoration using open source software, thus proving the efficiency of free codes with respect to more known and generally adopted commercial products. Automatic 3D reconstruction technologies – both active and passive optical devices - have been both applied to the relief and investigation of a Medieval gravestone conserved in the Civico Museo Medievale of Bologna, Italy, representing a noble warrior in his habits.

1. Introduzione

L'acquisizione tramite laser scanner del modello tridimensionale di un oggetto reale risponde a molteplici applicazioni per la conservazione, la tutela e la valorizzazione dei beni culturali. Questo tipo di tecnologia rende l'informazione geometrica molto più significativa del *mapping* fotografico in quanto riproduce con grande precisione la topologia dell'opera in tre dimensioni. Attraverso l'analisi del modello virtuale, è possibile studiare l'opera, oltre che da un punto di vista topologico, anche dal segmento conservativo, aprendo ad interpretazioni critiche.

La digitalizzazione 3D è una tecnica estremamente funzionale nei processi di catalogazione dei beni artistici, nella pianificazione di un intervento di restauro e soprattutto nel monitoraggio dello stato di degrado delle opere. Il sistema trova applicazioni anche nella riproduzione di copie di oggetti d'arte, eliminando la perniciosa operazione di calco.

La realizzazione di un modello 3D richiede un processo di costruzione suddiviso in diverse fasi (***Fig. 1***). La prima operazione consiste nell'acquisizione delle singole viste 3D (nuvole
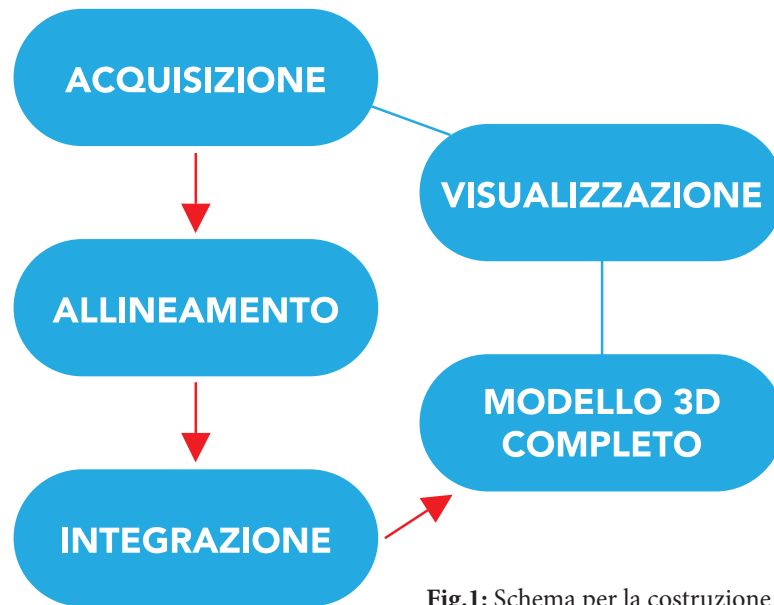
Fig.1: Schema per la costruzione di un modello 3D.

di punti) con un dispositivo laser a triangolazione o a tempo di volo. È necessario eseguire numerose scansioni per ottenere una copertura completa nell'acquisizione in quanto ogni scansione genera una nuvola di punti che descrive l'oggetto parzialmente, limitatamente ad un determinato angolo del campo visivo dello scanner. Nelle fasi di post-processamento dei dati, è essenziale innanzitutto allineare le singole scansioni che si trovano ognuna in un proprio sistema di riferimento (xyz), senza alcuna relazione nota con quelli delle altre scansioni. I software di modellazione effettuano la fase di registrazione in maniera supervisionata, dove l'operatore indica manualmente uno o più punti comuni di aggancio tra le viste su cui allineare le scansioni.
Le viste 3D registrate congiuntamente corrispondono ad un insieme di nuvole di punti, in parte sovrapposte, che determinano una rappresentazione ridondante di informazioni. È indispensabile quindi operare una "pulitura" della nuvola di punti ed eseguire il filtraggio del rumore (prodotto dall'elettronica dello scanner e dai disturbi ambientali) per ottenere nella fase di integrazione un'unica superficie continua, costituita da una griglia 3D di triangoli o poligoni (*mesh*). Le eventuali imperfezioni residue, determinate da zone inaccessibili o buchi, possono essere quindi corrette.
Il modello digitale conseguito può essere utilizzato in vari contesti di visualizzazione e fruizione, ma a tale scopo è necessario effettuare una decimazione, ovvero una serie di riduzioni dei requisiti di accuratezza del modello 3D.
È infine possibile applicare una *texture* per ottenere una visione fotorealistica del modello digitale attraverso la registrazione sullo stesso di una serie di riprese fotografiche. Per

ciascuna ripresa fotografica viene calcolata la proiezione inversa sul modello 3D; per ogni triangolo del modello 3D viene selezionata la porzione di fotografia che presenta minore distorsione, fino ad ottenere un'unica tessitura che integra le varie immagini RGB in ingresso. I dati del modello digitale acquisiti vengono convertiti nel formato VRML per l'utilizzo in applicazioni interattive 3D e in PLY ed STL per i sistemi di Prototipazione Rapida.
Per la scansione della lastra di Filippo Desideri del Museo Civico Medievale di Bologna, le peculiarità del manufatto da acquisire, le esigenze progettuali ed i vincoli esterni hanno guidato la scelta sull'utilizzo di uno scanner *Next Engine Desktop 3D Scanner* a triangolazione, della categoria non a contatto.

2. Caratteristiche tecniche e funzionamento dello scanner

Questo strumento, a triangolazione ottica, è costituito da una sorgente che emette un fascio laser e da un sensore che acquisisce il segnale di ritorno riflesso dalla superficie dell'oggetto. Lo scanner, inoltre, è in grado di acquisire le informazioni di colore (nella base RGB) delle superfici scansionate, così da poter ottenere una ricostruzione fotorealistica degli oggetti rilevati (***Fig. 2***). Quando l'oggetto da scansionare è di piccole dimensioni e movibile si può utilizzare una base rotante (*autopositioner*) ad alta precisione, collegata direttamente allo scanner, che facilita il processo di registrazione delle scansioni eseguite. Le scansioni possono essere realizzate in tre differenti modalità assistite: 360 (scansione circolare sulla piattaforma con un minimo di quattro fino ad un massimo di sedici scansioni), *single* (scansione singola) e *bracket* (scansione in sequenza di una faccia dell'oggetto e dei due punti di vista contigui). Lo scanner ha dimensioni ridotte, fattore che lo rende trasportabile e versatile; adeguato all'acquisizione di oggetti di piccole e medie dimensioni, li rileva con area frontale in modalità Macro fino a 129x96 mm e in modalità Wide fino a 345x256 mm. I sensori laser impiegati emettono impulsi di categoria 1M, considerati non pericolosi. Lo strumento è corredato dal software ScanStudio per l'acquisizione, l'allineamento, l'ottimizzazione e la fusione della *mesh* 3D ed è compatibile con i sistemi *windows*. Limite del software è la gestione di *dataset* troppo grandi o la ricostruzione di oggetti molto complessi.

Fig. 2: Next Engine Desktop 3D Scanner.

La tecnologia laser scanner è molto giovane e tanti sono gli aspetti ancora da sviluppare e migliorare, a partire dal post-processamento per cui è necessario integrare diversi strumenti e più prodotti software, in quanto nessun programma è in grado di svolgere in maniera ottimale tutte le funzioni necessarie. Un software *open source* per la gestione di dati da scansione 3D e l'elaborazione di modelli tridimensionali è *MeshLab* (http://meshlab.sourceforge.net/). Sui software e sugli scanner a basso costo si veda il riferimento in bibliografia [1].

3. La lastra tombale di Filippo Desideri

Il Museo Civico Medievale di Bologna conserva una lastra tombale in pietra calcarea, proveniente dal chiostro del complesso di S. Domenico a Bologna, che misura cm. 211x103x6/9,5. L'iscrizione che corre lungo i margini della pietra (altezza della fascia iscritta cm 7,5; lettere cm 5) in caratteri capitali umanistici dei XV-XVI secoli sostituisce quella trecentesca, di cui rimangono ancora visibili i punti circolari che separavano le parole. L'epigrafe funeraria ci informa che la tomba appartiene al nobile Filippo dei Desideri, morto l'11 luglio del 1315:

HIC. REQUIESCUNT CINERES. NOBILIS. VIRI. DOMINI.
PHYLIPPI DE DESYDERIIS OBIIT. A(nno). D(omini).
M.CCC.XV. V. IDUS. IULIAS.

Fig. 3a: Lastra Desideri, ripresa fotografica.

Fig. 3b: Lastra Desideri, primo intervento di restauro digitale con reintegro delle lacune e cloni di tonalità di grigio.

Punti circolari affiorano tra le lettere dell'epigrafe (non segnati nella trascrizione) ed appartengono certamente alla stesura trecentesca, così come sulla V del giorno si intravede una piccola O.
Dalla seconda incisione nella parte inferiore della lastra, al di sopra del ventre del drago, abbiamo in caratteri gotici il nome del lapicida:

TREVISANO ERRIGUÇO F (ecit)

Il defunto è raffigurato come un uomo d'arme, con gli occhi aperti e piombati, le mani giunte in preghiera mentre schiaccia con i piedi un drago che involge la coda sul fodero della spada e con la punta della lingua tocca la daga (***Fig. 3a***).
L'uomo indossa una barbuta a coppo quasi emisferico, con risalti a sperone che proteggono la lista di pelle cui è appeso il camaglio. Il tronco è difeso da un usberghello e da una corazza nascosta dal sarcotto smanicato con le armi di famiglia.
Con i rivolgimenti rivoluzionari della fine del secolo XVIII sono stati erasi lo scudo convesso e l'elmo con cimiero debordante sulla cornice e piccolo scudo sottostante, rispettivamente a destra e a sinistra negli angoli superiori della lastra, e gli sproni nella parte inferiore sopra la pancia riversa del drago.
Lo stato di conservazione dell'opera è mediocre: logoramento della superficie dovuto al lungo calpestio, diffuse lacune, un taglio sull'asse orizzontale e una profonda frattura trasversale dovuta al limitato spessore della lastra che offre poca resistenza alle tensioni. La pietra è attualmente collocata su supporto verticale addossato al muro nella sala 9 del sotterraneo del Museo Civico Medievale di Bologna.
Dalle riproduzioni fotografiche della scheda di catalogo redatta nel 1980, la lastra risulta restaurata nel taglio orizzontale e nella frattura obliqua da Ottorino Nonfarmale. Si tratterebbe di un restauro integrativo. Lo stato attuale dell'opera sembra frutto di un secondo restauro del Nonfarmale nel 1985 che ha sollevato la lastra dalle integrazioni (***Fig. 3***).
Un colloquio con il restauratore non ha prodotto chiarimenti in quanto sembra che nessuna traccia d'archivio sia rimasta del lavoro effettuato e il tempo trascorso non ha conservato memoria dell'intervento.

4. Acquisizione 3D della lapide e ipotesi di restauro virtuale

La pittura del Trecento bolognese ci restituisce un repertorio cospicuo di tavole, affreschi e miniature che raffigurano uomini d'arme, tuttavia - come esplicita il Breveglieri [2] - la pittura non è un genere molto affidabile per la ricostruzione dell'armamentario medievale in quanto subisce con più frequenza e facilità ammodernamenti di gusto, integrazioni e restauri non sempre ortodossi. Inoltre, l'iconografia di matrice religiosa che domina la produzione pittorica del periodo favorisce la libertà creativa dell'artista nella riproduzione degli armamenti, non vincolati alla ritrattistica dei cavalieri delle lastre terragne.
Ne consegue che i nostri riferimenti alla pittura trecentesca per la ricostruzione e il

Fig. 4: Disegno dell'Oretti (a sinistra); disegno del Gandolfi (al centro); ricostruzione grafica di Coelho (a destra).

completamento nelle parti consunte della lastra Desideri sono scrupolosamente prudenti. I riferimenti grafici a cui abbiamo attinto utilizzandoli come base di riferimento e confronto con la nostra lastra sono i disegni del Gandolfi [3] e dell'Oretti [4] (***Fig. 4***), unici documenti che descrivono, seppure sommariamente, la lastra prima delle erasioni di età giacobina.
Ulteriore punto di riferimento per la ricostruzione è stata la rielaborazione grafica della figura di Filippo dei Desideri realizzata dal Coehlo [5] (***Fig. 4***) nel 1974, sebbene diversi elementi risultino non pertinenti.
L'obiettivo del lavoro di elaborazione dell'immagine è eliminare la discontinuità percettiva, attraverso il restauro degli elementi erasi in età giacobina e quelli determinati dal logorio del tempo.
L'acquisizione della lastra tombale di Filippo Desideri, collocata come si è detto in posizione verticale su supporto fissato al muro, è stata effettuata con 103 scansioni (25 milioni di poligoni, successivamente decimati a 13 milioni) in modalità Wide. Le fasi di allineamento in modalità semiautomatica con quattro punti di riferimento, ottimizzazione e fusione *Mesh 3D* sono state realizzate con il software open-source *Meshlab*.
Le riprese fotografiche sono state effettuate con una Canon EOS D7, obiettivo macro 50 mm,

l'ausilio di uno stativo e due faretti da 400 W. Il repertorio fotografico digitalizzato si compone di numerose riprese che ritraggono la lastra nella sua interezza e in diversi particolari per meglio documentare lo stato di conservazione del materiale lapideo.
L'elaborazione dell'immagine digitale è stata effettuata utilizzando il software Adobe Photoshop CS3 versione 10.0.1, con l'ausilio di una tavoletta grafica Wacom.
Per le integrazioni-ricostruzioni delle zone con lacune più vaste sono stati utilizzati disegni preparatori su supporto cartaceo, poi digitalizzati e usati come base per la ricostruzione computerizzata degli elementi mancanti. L'immagine, per una scelta di semplificazione, è stata elaborata in scala di grigio, su un frame della dimensione di pixel 346x5184 (15,2 MB).
I risultati della scansione e della successiva rielaborazione digitale sono presentati in ***figura 5***. Conseguentemente, si è proceduto all'intervento di restauro digitale sull'immagine. Di seguito illustriamo le diverse sequenze operative, accompagnate da immagini esplicative.
Fase 1: Bilanciamento della luminosità e del contrasto per ottimizzare l'immagine intervenendo nelle parti più scure o più chiare in maniera puntuale.
Fase 2: Integrazione delle fratture principali della lastra ed eliminazione dei disturbi esterni (grappe di sostegno). Sono state campionate delle zone della superficie marmorea creando una tavolozza di svariate sfumature di grigio atte alle integrazioni delle zone lacunose (***Fig. 3b***).
Fase 3: Ricostruzione viso, barbuta e camaglio. È stato approntato un primo disegno ricostruttivo su base fotografica per delineare le fattezze del viso e la forma della barbuta. Partendo dal viso, l'occhio sinistro del Desideri, meglio conservato, è servito da modello per la ricomposizione di quello destro; è piuttosto evidente la palpebra leggermente abbassata e l'inserzione di piombo che evidenzia la pupilla. Nonostante il grave grado di consunzione, si sono potuti recuperare gli zigomi ben delineati ed alti, le marcate pieghe epiteliali ai lati delle narici e le labbra leggermente piegate verso il basso, atteggiate ad espressione severa. Per quanto concerne il naso, dopo un primo rifacimento anatomico che non rispondeva appieno agli elementi superstiti del rilievo, si è presa in considerazione l'ipotesi dell'esistenza di un paranaso collegato alla barbuta, secondo coeve tipologie tedesche.
La barbuta è composta da due emisferi distinti da un leggero rilievo perpendicolare, evidente nella parte superiore della calotta; in quella inferiore, alcuni rilievi residuali sono stati interpretati come elementi di aggancio tra il camaglio e la barbuta; infine, al di sopra degli elementi di aggancio, un'ulteriore traccia conduce a supporre la presenza di un elemento decorativo che si raccorda con due cinghie (?) trasversali di difficile interpretazione.
Per il camaglio, diversi anelli della maglia ancora leggibili ai margini del rilievo, sotto il collo e al di sopra delle mani giunte, sono serviti da modello per il rifacimento, con la tavoletta grafica, delle parti mancanti. Al di sotto del camaglio è ancora visibile il rilievo del mento che assieme alla disposizione a "c" contrapposte delle maglie rende plastica la

ISBN 978-88-404-0078-5
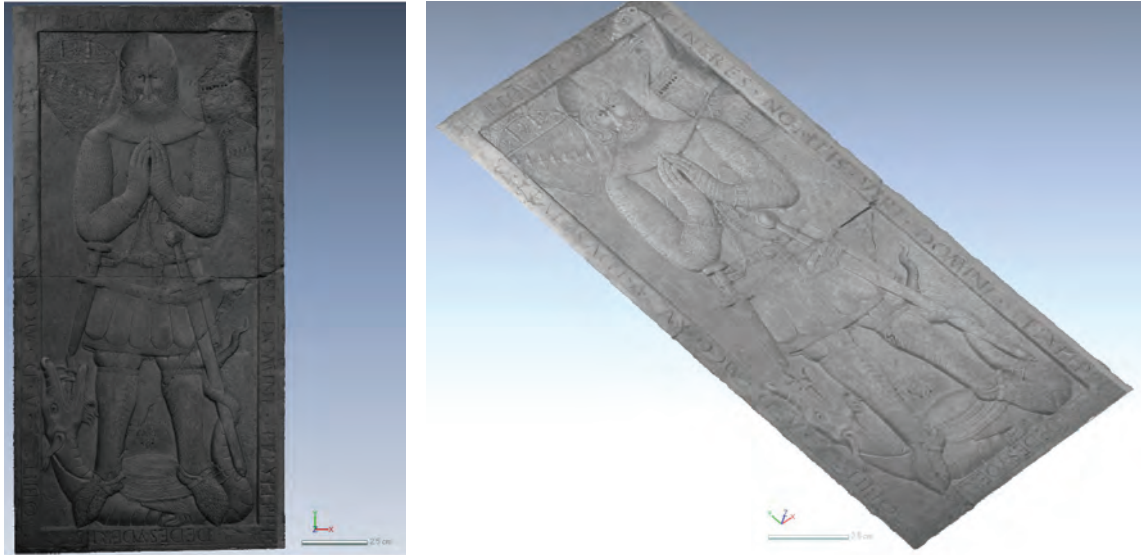
Fig. 5: Rilievo in 3D con texture.

Fig. 6: Ricostruzione grafica di viso, barbuta e camaglio.

figura del cavaliere. La ricostruzione è mostrata in ***figura 6***.
Fase 4: Ricostruzione dello scudo, del cimiero e dello scudetto. I tre elementi erasi in età giacobina sono stati recuperati usando come base i disegni settecenteschi del Gandolfi e dell'Oretti. Il blasone della famiglia Desideri viene dato dal Canetoli [6] in campo azzurro con nove losanghe per i "paesani" e in campo rosso con sei losanghe per i "cittadineschi"; tuttavia nello scudo disegnato dal Gandolfi le losanghe sono sette, confermate anche dallo stemma di Leonardo Desideri, presente anch'esso nel chiostro dei morti di San Domenico. La forma dello scudo sulla destra del cavaliere è riconoscibile dalla sagoma che si delinea al di sotto dell'erasura che segue un profilo piuttosto arcuato nella parte superiore e conserva nella zona inferiore tracce del margine originale inciso. Lo stemma disegnato dall'Oretti appare piuttosto fedele e sufficientemente preciso anche nelle partizioni verticali che separano i tre capi d'Angiò, ignorate invece dal Gandolfi (***Fig. 7***).

Fig. 7: Scudo disegnato dal Gandolfi (a sinistra), dall'Oretti (al centro) e ricostruito (a destra).

Anche per il ripristino dell'elmo con cimiero e dello scudetto sottostante, il riferimento più attendibile resta il disegno dell'Oretti che corrisponde in diversi elementi residuali: parte del margine sinistro e inferiore dell'elmo, parte dell'angolo e del margine superiore dello scudo, nella partizione parallela al margine superiore dello scudo che separa i capi d'Angiò dalla campitura a losanghe ancora parzialmente visibili in alcune solcature superstiti. Piuttosto problematica risulta l'identificazione dell'animale costituente la parte terminale del cimiero che potrebbe essere una leonessa, un grosso canide o un animale di fantasia (***Fig. 8***).
Fase 5: Ripristino busto e mani. Il restauro della parte superiore del busto non ha dato grossi problemi in quanto la tunica è formata da un semplice strato di tessuto liscio in cui sono riconoscibili tre losanghe che individuano la famiglia Desideri; la losanga che

Fig. 8: La lastra erasa (a sinistra), il disegno dell'Oretti (al centro) e il ripristino digitale di elmo e cimiero (a destra).

Fig. 9: Il particolare dei guanti d'arme (a sinistra) e il ripristino virtuale (a destra).

appare sotto le catene d'armi presenta irregolarità nelle proporzioni. La maglia di ferro ad anelli che riveste le braccia del cavaliere, meglio conservata nella parte sinistra, è stata ripristinata manualmente con la tavoletta grafica.
Fase 6: Restauro delle catene d'arme e delle cinture. Più complessa la ricostruzione delle mani con i guanti d'arme in quanto elemento a maggiore rilievo e di conseguenza con logoramento più accentuato. Si è tenuto conto della posizione e frequenza dei fori di trapano che rappresentano le borchiature per determinare la tipologia di guanto, presumibilmente a dita staccate, come evidente anche da un residuo d'incisione tra il mignolo e l'anulare della mano destra del cavaliere.
Completa il guanto, nella parte terminale, verso l'avambraccio, una fascia di piastre metalliche rettangolari, come illustrato in ***figura 9***. Le catene d'arme sono parzialmente conservate con lacune di incerta interpretazione nei punti di collegamento con la daga e la spada.
L'Oretti nel suo disegno interpreta la terza catena d'arme, utilizzata per reggere l'elmo, come una terza cintura, mentre il Gandolfi ne legge correttamente la forma. La cintura superiore è stata scolpita con una certa dovizia di particolari, rilevabili nella cura con cui sono state realizzate le piastre borchiate e il nodo. La stessa tipologia di cintura è presente nella lastra tombale del *miles* Bernardino Baranzoni conservata nel museo lapidario Estense di Modena [7]. Nella cintura inferiore, di più semplice fattura, è ben visibile la grossa fibbia e, sulla sinistra del guerriero, un rinforzo a forma di "X" per fermare la spada (***Fig. 10***).
Fase 7: Restauro delle armi bianche. Della daga sono state ricostituite le superfici fortemente abrase, i lacci di collegamento dell'impugnatura ed i particolari del fodero, come il puntale e la fascetta di rinforzo nella parte alta. Della spada non erano più leggibili il pomolo, i lacci di collegamento alla catena d'arme, la parte superiore del fodero e il puntale decorato.
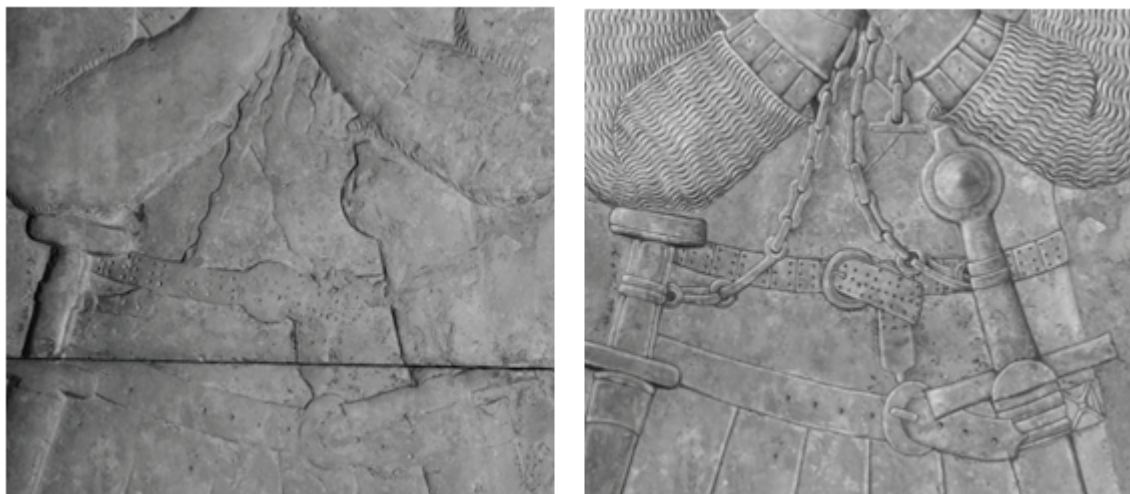
Fig. 10: Particolari di cinture e catene d'arme (a sinistra) e loro ripristino digitale (a destra).
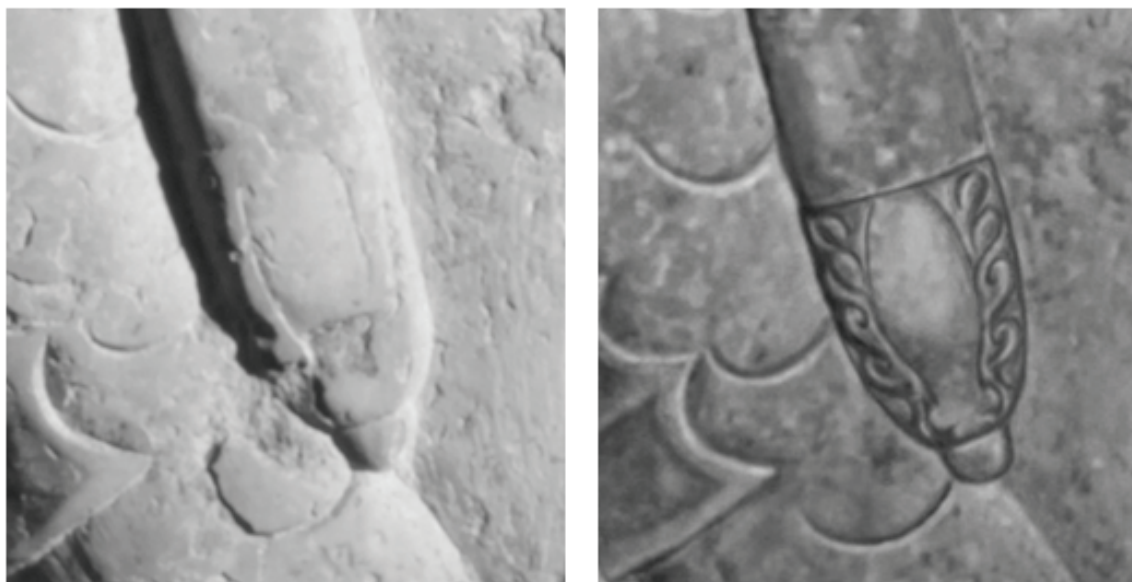
Fig. 11: Particolare del puntale del fodero della spada (a sinistra) e relativo restauro digitale (a destra).

Fig. 12: Particolare del gambale (a sinistra) e ripristino digitale (a destra).

Il residuo superstite del rilievo del pomolo, ancora piuttosto prominente, ne ha permesso una facile ricostruzione che trova il corrispettivo anche nel disegno del Coelho [5].
Anche per l'imbocco del fodero, sono state riprese le solcature ancora visibili che individuano le fasce di rinforzo; invece, più difficoltosa si è presentata la ricostruzione del puntale per il quale è stata ipotizzata una decorazione ad ovulo centrale circondato da piccole volute, sulla base delle tracce superstiti. Il restauro virtuale è mostrato in ***figura 11***.
Fase 8: Ripristino protezioni delle ginocchia e gambali (***Fig. 12***). Le protezioni delle ginocchia sono costituite da piastre circolari parzialmente sovrapposte e con un elemento di collegamento o rinforzo visibile nella gamba sinistra del guerriero. Sui gambali di cuoio, di fattura semplice, è stato ricostruito il sistema di chiusura dei legacci e delle asole, di cui si conservano nella parte inferiore labili tracce.
Fase 9: Restauro dei calzari e ricostruzione degli speroni. I calzari risultano tra gli elementi meglio conservati della lastra in quanto le singole squame non risultano particolarmente consunte dal calpestio. Gli unici danneggiamenti sono rappresentati da una larga frattura nel piede destro del cavaliere e da leggere scheggiature che hanno asportato alcune squame (***Fig. 13***); il piede sinistro presenta uno stato di conservazione migliore, altrettanto per le cinghie che reggono gli speroni, questi ultimi erasi completamente in età giacobina. Per il rifacimento degli speroni, seguendo il disegno dell'Oretti, ne è stata ipotizzata una forma a stella, leggermente piegati verso il basso, tanto da inglobarli nelle zone di erasione che risparmiano la parte superiore tra la pancia del drago e lo sfondo della lastra (***Fig. 14***).
Fase 10: Restauro del drago. Il drago è ben leggibile, le tracce di consunzione da calpestio
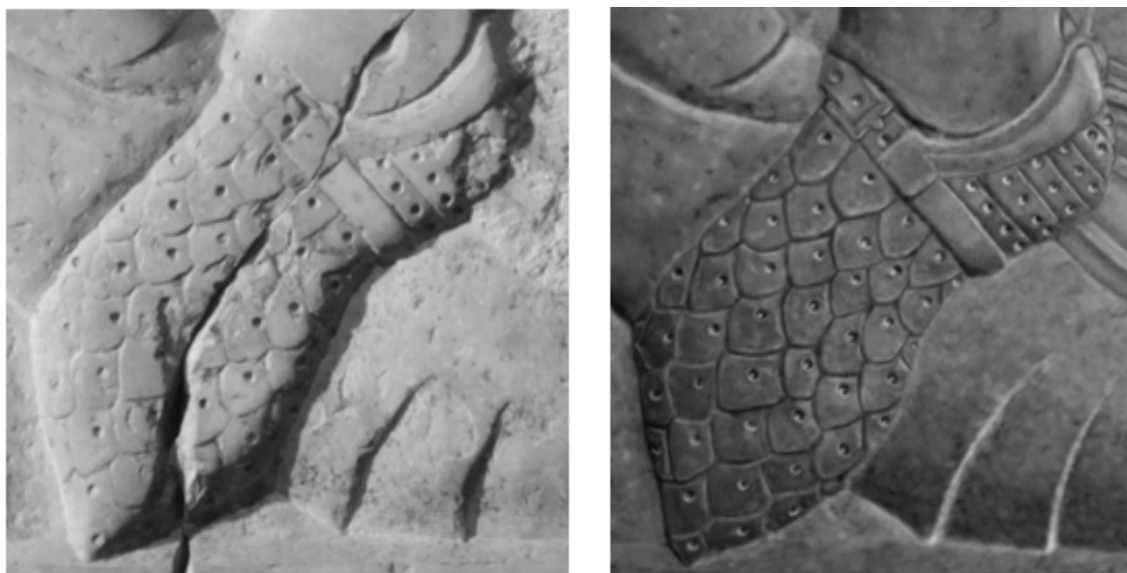
Fig. 13: Dettaglio del piede destro del cavaliere (a sinistra) e restauro virtuale, inclusa la cinghia (a destra).

Fig. 14: Particolare della zona erasa dagli speroni (a sinistra) e ricostruzione digitale (a destra).

Fig. 15: La testa del drago prima (a sinistra) e dopo il restauro digitale (a destra).

Fig. 16: Particolare della zampa del drago (in alto) e restauro digitale (in basso).

Fig. 17: Firma del lapicida prima (a sinistra) e dopo il restauro digitale (a destra).

che hanno limato e asportato una piccola parte delle squame, del bargiglio e della coda, sono state integrate senza particolari difficoltà (***Figg. 15*** e ***16***).

La zampa, con le unghie che sovrastano il margine inferiore della lastra, non era stata riconosciuta come tale nei due disegni settecenteschi. Dell'animale sono stati restaurati i denti consumati e scheggiati; ricostruite le labbra, seguendo le tracce residuali; definito meglio il secondo orecchio (sul lato sinistro del cranio) del drago. L'unica ala membranosa visibile risulta ben conservata nella parte terminale, mentre nella zona centrale si riesce solo ad intuire dai piccoli rilievi distinguibili a luce radente.

Per la forma delle nervature dell'ala, che paiono essere a sezione sub-rettangolare o semicircolare, si è preso come modello di riferimento la tavola con *San Giorgio e il drago* di Vitale da Bologna [2].

Fase 11: Restauro della firma di Arriguzzo Trevisano (***Fig. 17***). La firma in caratteri gotici del lapicida è ben conservata in quanto protetta dalle parti rilevate delle gambe del guerriero; purtroppo la frattura che attraversa in diagonale la parte inferiore della lastra ha asportato alcune lettere. Lo strumento utilizzato dal lapicida ha realizzato una precisa e nitida solcatura a “V”, sia profonda che sottile. Per la ricostruzione delle parti mancanti, oltre ai fondamentali testi del Breveglieri [2,8-10], si è utilizzata come riferimento l'epigrafe gotica della lastra tombale di Egidio de' Lobia [11].

5. Conclusioni

Il risultato finale dell'acquisizione dell'immagine della lapide e del suo restauro virtuale è presentato nelle ***figure 5*** e ***18***. Il passo successivo potrà consistere nella realizzazione di un modello reale – possibilmente in scala 1:1 – a partire dal modello digitale così ricostruito, operazione oggi resa possibile dalla disponibilità di sofisticate e perfezionate stampanti 3D. La copia potrà essere esposta di fianco all'originale e consentire ai visitatori del museo una migliore comprensione dell'opera. Va comunque sottolineato come il nostro restauro digitale sia essenzialmente una ipotesi interpretativa, anche se basata su un attento studio dell'opera, del contesto storico e artistico e delle fonti archivistiche ([12] e bibliografia citata), come peraltro richiesto da una corretta e filologicamente fondata operazione di restauro virtuale.

Bibliografia

[1] M. Callieri, M. Corsini, G. Ranzuglia, P. Cignoni, Scanner 3D con hardware low cost e strumenti free/open source, *Archeologia e Calcolatori*, Suppl. 2 (2009), pp. 173-180.

[2] B. Breveglieri, Il San Giorgio di Vitale e l'armamento bolognese nel Trecento, *Il Carrobbio*, 10 (1984), pp. 58-68.

[3] V. L. Gandolfi, *Serie delle sepolture che si ritrovano ancora in questo anno 1785 nel chiostro detto de morti de MM.RR.PP. dell'Ordine de Predicatori della città di Bologna*, 1785-1786, Archivio di S. Domenico, p. 12, n. 37.

[4] M. Oretti, *Iscrizioni sui sepolcri nelle chiese e in altri luoghi sacri di Bologna, con la riproduzione delle figure e degli ornamenti che li abbelliscono*, Biblioteca Comunale dell'Archiginnasio, ms B.114, II metà del secolo XVIII, cc. 207, 208, 347, 368.

Fig. 18: Restauro virtuale della lastra tombale di Filippo Desideri.

[5] L. G. Boccia, E. T. Coelho, L'armatura di cuoio e ferro nel Trecento italiano, *L'Illustrazione Italiana*, I, 2 (1974), pp.24-29.
[6] F. Canetoli, *Blasone Bolognese: stemmi delle famiglie nobili e cittadine raccolti da Floriano Canetoli*, Bologna 1791-1795 (ed. cons. Orsini De Marzo, Milano 2006).
[7] C. Giorgi, *Il R. Museo lapidario Estense della città di Modena*, Società Tipografica Modenese, Modena 1938.
[8] B. Breveglieri, Osservazioni sulle lastre tombali bolognesi di soggetto militare, *Il Carrobbio*, 11 (1985), pp. 45- 57.
[9] B. Breveglieri, *Scritture lapidarie romaniche e gotiche a Bologna: osservazioni paleografiche in margine alle Iscrizioni medievali bolognesi*, Istituto per la Storia di Bologna, Bologna 1986, pp. 50-51, nota 101.
[10] B. Breveglieri, *Scrittura e immagine: le lastre terragne del Medioevo bolognese*, Centro italiano di studi sull'alto Medioevo, Spoleto 1993.
[11] E. Gualandi, Di due lapidi sepolcrali ancora esistenti in S. Michele di Bosco di Bologna (Egidio de Lobia e Antonio da Budrio), *Atti e Memorie della Deputazione di storia patria per le province di Romagna*, VII (1955), pp.336-359 e scheda n. 12.
[12] Archivio di S. Domenico, ms. III 72900 (Sepoltuario I); Archivio di S. Domenico, ms. III 73000 (Sepoltuario II); Archivio di S. Domenico, ms. III 73005 (Sepoltuario III).